

ZUR THEORIE

DER

NERVENTHÄTIGKEIT.

AKADEMISCHER VORTRAG

GEHALTEN AM 21. MAI 1898

VON

EWALD HERING,
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.



LEIPZIG,
VERLAG VON VEIT & COMP.
1899.

Columbia University
in the City of New York

College of Physicians and Surgeons

Library



Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
Open Knowledge Commons

http://www.archive.org/details/zurtheoriederner00heri

ZUR THEORIE

DER

NERVENTHÄTIGKEIT.

AKADEMISCHER VORTRAG

GEHALTEN AM 21. MAI 1898

VON

EWALD HERING,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.



LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1899.

Nerv seiner Mischung und seiner Form seine Kräfte und einer Umwandlung jener eine Umwandlung der Kräfte verdanke.»[1]

Weitab von Allem, was uns bisher über den Bau, die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Nervenfasern bekannt geworden, liegt der Quell, aus dem ich die folgenden Ansichten über die Art ihrer Thätigkeit schöpfe, und gern will ich es deshalb gelten lassen, wenn das, was ich als einen Beitrag zur Theorie der Nerventhätigkeit hinstellen wollte, nur als eine Vermuthung über dieselbe bezeichnet werden sollte.

Zu meiner Rechtfertigung aber darf ich hinzufügen, dass wir über das eigentliche Wesen der Nerventhätigkeit überhaupt nur Vermuthungen haben. Wir wissen, Dank HELMHOLTZ, dass die durch einen Reiz ausgelöste plötzliche Aenderung im Zustande der Nervenfaser sich mit messbarer Geschwindigkeit in derselben fortpflanzt, und wie gross diese Geschwindigkeit ungefähr anzunehmen ist. Welcher Art aber die sich fortpflanzende Aenderung ist, welcher Vorgang eigentlich in der Faser fortgeleitet wird, ist uns unbekannt. DU BOIS-REYMOND's classische Untersuchungen haben uns mit dem elektromotorischen Vermögen des Nerven in seinen verschiedenen Zuständen bekannt gemacht; aber so wenig uns ein galvanischer Strom Aufschluss giebt über die Besonderheiten des chemischen Processes, dem er seine Entstehung verdankt, so wenig lehrt uns der vom Nerven abgeleitete Strom über die Besonderheiten des chemischen Umsatzes in der nervösen Substanz. Die Annahme freilich, dass chemische Vorgänge dasjenige

[1] L. c. S. 145.

ausmachen, was wir als Thätigkeit des Nerven zu bezeichnen pflegen, ist mehr als eine blosse Vermuthung; aber es ist damit vom Nerven nur dasselbe ausgesagt, was wir von jeder lebendigen Substanz sagen können, und nichts, was gerade das Leben des Nerven zum Unterschiede vom Leben anderer Organe kennzeichnen würde. Ueberhaupt liegt das Lebendige heute noch ebenso als ein ungelöstes Räthsel vor uns, wie damals, als die sogenannte mechanische Auffassung der Lebenserscheinungen die vitalistische siegreich niederwarf und mit ihren glänzenden Erfolgen Hoffnungen erweckte, die weit über das hinausgingen, was sich bis jetzt erfüllt hat, so reich und werthvoll dies auch ist. Wo immer die physikalische oder chemische Untersuchung in den thierischen Organismus vorgedrungen ist, überall traf sie früher oder später auf das geheimnissvolle Walten der lebendigen Substanz jener Elementarorganismen, aus denen der Thier- und Menschenleib sich aufbaut. Wir haben uns jetzt bescheiden gelernt, und wo wir einst bereits in's Innerste eingetreten zu sein glaubten, bekennen wir jetzt, dass wir noch kaum die erste Vorhalle durchmessen haben. Darf es uns Wunder nehmen, dass heute die alte Irrlehre von der Lebenskraft, die wir bereits für endgültig besiegt hielten, unter neuen Namen zu neuer Geltung emporstrebt? Gestehen wir, dass wir dies selbst verschuldet haben, weil wir in der ersten Freude des Erfolges mehr versprachen, als wir zu halten vermochten. Geben wir es auf, die Physiologie nur als angewandte Physik und Chemie gelten zu lassen und so den begründeten Widerspruch derjenigen zu wecken, welche der Ueberzeugung sind, dass es vergebens

ist, das Lebendige aus dem Leblosen erschöpfend erklären zu wollen. Das Leben könnte nur aus sich selbst ganz verstanden werden, und eine Physik und Chemie, welche allein dem Boden der unbelebten Natur entsprossen und darum nur dieser angepasst ist, wird eben deshalb nur zur Erklärung dessen hinreichen, was dem Lebendigen mit dem Todten gemeinsam ist. Dies ist sehr Vieles, aber es ist nicht Alles; und fast möchte ich hier die Worte eines geistvollen Physikers paraphrasiren, welche derselbe in einem analogen Falle gebrauchte,[1] und sagen: Will man mit der Behauptung, dass die Physiologie nur eine angewandte Physik und Chemie sein könne, etwa sagen, dass die im Gebiete der Physik und Chemie gefundenen Gesetze ohne Erweiterung und Verallgemeinerung ausreichen werden, um die Lebensvorgänge vollständig zu durchblicken, „so erscheint mir diese Ansicht jener des Thales vergleichbar, welche aus den Eigenschaften des Wassers Alles begreifen wollte. Wie wenig wahrscheinlich ist es, dass ein weiteres Erfahrungsgebiet in einem engeren vorher bekannten schon ganz erschöpft ist!“[2]

Im Grunde war es auch seiner Zeit nicht die blosse Negirung der Lebenskraft, was der Physiologie zu ihren damaligen glänzenden Erfolgen verhalf, sondern vielmehr die

[1] E. Mach, Die Principien der Wärmelehre. S. 351.

[2] Wenn man alles Geschehen in der Natur von vornherein als ein physikalisches beziehungsweise chemisches bezeichnen dürfte, gleichviel ob es sich den bis jetzt ermittelten Sätzen der Physik und Chemie unterordnet oder nicht, so würden dann freilich auch alle Lebensvorgänge ins Gebiet der Physik und Chemie gehören. Aber man kann seine Flagge doch nicht in Gegenden hissen, die man noch gar nicht betreten, geschweige denn erforscht hat!

damit verbundene Einführung der strengen naturwissenschaftlichen Methode und des ganzen durch dieselbe bereits gewonnenen wissenschaftlichen Rüstzeuges in die Biologie; und nur insoweit der Vitalismus zugleich der Träger unerspriesslicher Methoden der Behandlung biologischer Probleme war, hat er wirklich geschadet, und seine Beseitigung wirklichen Nutzen gebracht. Alles am Lebendigen Beobachtete, was einer physikalischen Erklärung ohne Weiteres zugänglich war, hat man auch in der Blütezeit des Vitalismus physikalisch erklärt: die Gesetze des Hebels hat man auf die Bewegungen der menschlichen Glieder angewandt und die Blutbewegung auf die Zusammenziehung des Herzmuskels zurückgeführt schon damals, als man die Muskelthätigkeit selbst noch ganz vitalistisch auffasste. Diese Thätigkeit aber vermögen wir auch heute noch nicht zu erklären, obwohl sie zu den sozusagen handgreiflichsten und äusserlichsten Leistungen des Lebendigen zählt. Die Neigung zum Analogisiren und zur Uebertragung der aus einem Erscheinungsbereich abstrahirten Sätze auf andere Gebiete ist so gross, dass gar nicht zu fürchten ist, eine Lebenserscheinung werde sich der physikalischen oder chemischen Erklärung auf die Dauer entziehen können, sobald Physik und Chemie die Mittel dazu bieten. Heute ist die Gefahr voreiliger und deshalb unzureichender physikalisch-chemischer Erklärung einer Lebenserscheinung vielleicht grösser als die Gefahr, dass — um ein berühmt gewordenes Wort zu wiederholen — auch ferner die Lebenskraft benutzt werde als die gemüthliche Lagerstätte, wo die Vernunft zur Ruhe gebracht wird auf dem Polster dunkler Qualitäten. Auch die mechanische Theorie

des Lebens hat es nicht verhindern können, dass an die Stelle der alten vitalistischen eine neue Dogmatik getreten ist, und indem ich hierfür ein eindringliches Beispiel anführe, komme ich zum eigentlichen Gegenstande meiner heutigen Betrachtung.

Ich wies schon darauf hin, dass uns das, was als sogenannte Erregung in der Nervenfaser sich fortpflanzt, seinem eigentlichen Wesen nach unbekannt ist. Gleichwohl gilt es bei den meisten Physiologen der Gegenwart als feststehend, dass dieser Erregungsvorgang nicht nur in einer und derselben, sondern in allen Nervenfasern stets von ganz derselben Art ist und daher nur nach Stärke und zeitlichem Verlauf, nicht aber in seiner Qualität zu ändern vermag, und dass somit alle functionelle Differenzirung der Nerven nur ihre centralen oder peripheren Endapparate betrifft. So fest sind Manche hiervon überzeugt, dass sie jede Erörterung, welche eine qualitative Variabilität des Erregungsprocesses der Fasern zur Voraussetzung hat, schon von der Schwelle abweisen, wobei sie sich in Einklang wissen mit einem Helmholtz, einem du Bois-Reymond und Donders.

Erwägen wir einmal, was mit dem Satze von der Gleichartigkeit der Erregung in allen Nervenfasern behauptet ist!

Wäre es möglich, ein Stück eines Empfindungsnerven in die Bahn eines Bewegungsnerven einzuschalten und Faser für Faser organisch mit letzerem zu verbinden, so würde die vom Gehirne kommende Erregung des motorischen Nerven durch die eingefügte Strecke des sensiblen hindurch in ungeänderter Weise zum Muskel gelangen und denselben in Thätigkeit bringen können. Oder könnten wir aus dem Seh-

nerven ein Stück ausschneiden, dafür ein Stück eines Bewegungsnerven einfügen und jede Faser des ersteren mit einer des letzteren zur Verheilung bringen, so würde mit der anatomischen auch die functionelle Continuität wieder hergestellt und die Wahrnehmung von Licht und Farbe ganz ebenso wie zuvor möglich sein.

Denken wir uns endlich den Sehnerven und den Hörnerven durchschnitten und dann übers Kreuz verheilt, so würden wir, um du Bois-Reymond's Worte zu gebrauchen, mit dem Auge den Blitz als Knall hören und mit dem Ohre den Donner als eine Reihe von Lichteindrücken sehen.

Solcher Art sind die Consequenzen der Annahme einer vollständigen functionellen Gleichartigkeit aller Nervenfasern. Die Unmöglichkeit der Verwirklichung der angenommenen Fälle ändert nichts an der Richtigkeit der soeben gezogenen Folgerungen.

Was konnte dazu führen, über Vorgänge, die für uns noch in so tiefes Dunkel gehüllt sind, eine so bestimmte Meinung geltend zu machen? Mit scharfsinniger Vorsicht hatte einst Carl Ludwig die Frage nach der „Gleichartigkeit oder Ungleichartigkeit der Nervenfasern“ erwogen, um sie zuletzt ebenso unentschieden zu lassen, wie seinerzeit Johannes Müller. Seitdem sind keine neuen Thatsachen bekannt geworden, welche eine Entscheidung zu Gunsten der Gleichartigkeitstheorie wie sie Ludwig nannte, hätten bringen können. Denn die Versuche einer „Verheilung“ peripherer Stümpfe durchschnittener Nerven mit dem centralen eines Nerven anderer Function könnten auch im Falle des Gelingens unsere Frage nicht entscheiden. Und

doch gilt auch heute noch für die meisten Physiologen die Gleichartigkeitstheorie als sichergestellt.

Durch seine „Untersuchungen über thierische Elektricität" glaubte du Bois-Reymond[1] „den hundertjährigen Traum der Physiker und Physiologen von der Einerleiheit des Nervenwesens und der Elektricität, wenn auch in etwas abgeänderter Gestalt, zu lebensvoller Wirklichkeit erweckt" zu haben. Die von ihm mitgetheilten Thatsachen haben in allen wesentlichen Punkten Bestätigung gefunden, und obwohl ihre Deutung eine andere geworden ist, so wird doch die von ihm gehegte Ansicht, nach welcher sich in den elektrischen Erscheinungen das eigentliche Wesen der Nerventhätigkeit ausspricht noch heute von vielen Physiologen getheilt. Diese Ansicht aber war und ist, so viel ich sehe, die Hauptwurzel des Satzes von der Gleichartigkeit aller Nervenfasern und ihrer Erregung.

Wenn wir einen Nerven an beliebiger Stelle seines Verlaufes durch künstlichen Reiz in Erregung versetzen, so lässt sich die Fortpflanzung des Erregungsvorganges in der Bahn des Nerven Schritt für Schritt mit dem Galvanometer verfolgen, weil das electrische Verhalten der Nervensubstanz sich in dem Maasse ändert, als sie in den erregten Zustand übergeht. Das Galvanometer zeigt uns dann den „Actionsstrom" bezw. am Schnittende des Nerven die sogenannte Schwankung des Wundstromes. Schon du Bois-Reymond hat es in hohem Grade wahrscheinlich gemacht und spätere Untersuchungen haben es nur bekräftigen können, dass diese electrischen Erscheinungen

[1] Vorrede S. 15.

allen Nerven eigen sind, und dass sie nicht bloss die durch künstlichen Reiz hervorgerufene, sondern auch die auf natürliche Weise vom centralen oder peripheren Endapparat der Nervenfaser ausgelöste Erregung begleiten. Wären nun die electrischen Erscheinungen der Ausdruck des eigentlichen Wesens der im Nerven geleiteten Erregung, so würde allerdings aus der Gleichartigkeit der ersteren auch die der letzteren zu folgern sein, und nur in Bezug auf Intensität und zeitlichen Verlauf der Erregung könnten sich verschiedene Nervenfasern verschieden verhalten. Man hat aber weiterhin eingesehen, dass die erwähnten electrischen Erscheinungen nicht wohl anders als aus einem im erregten Nerven sich fortpflanzenden chemischen Vorgange zu erklären sind, und dennoch an der Gleichartigkeitstheorie festgehalten. Nachdem letztere einmal Wurzel geschlagen hatte, schloss man aus der Gleichheit des electrischen Verhaltens ohne Weiteres auf die Gleichheit des chemischen Processes und bedachte nicht, dass man mit demselben Rechte aus der Gleichheit der thermischen Folgen zweier chemischen Processe auf die Identität der letzteren schliessen könnte, oder aus der Gleichheit der Ströme zweier galvanischer Elemente auf die Identität der chemischen Umsetzung in beiden.

Ergiebt sich somit aus den electrischen Erscheinungen, welche die Erregung des Nerven begleiten, keinerlei zureichende Stütze für die Gleichartigkeitstheorie, so wird man vielleicht um so mehr die morphologische und chemische Gleichartigkeit der Nervenfasern zu betonen versuchen. Allerdings sind wir noch nicht im Stande, mit Hülfe des Mikroskops und chemischer Reactionen jede motorische Faser von jeder secretorischen,

jede Optikusfaser von jeder Acusticusfaser zu unterscheiden. Aber zahllos sind die Fälle, in welchen lebendige Elementargebilde von nachweisbar verschiedener Function sich gegenüber unseren bisherigen optischen oder chemischen Untersuchungsmitteln ganz gleich verhalten. Schon die Keime verschiedener Thierarten sind einander oft zum Verwechseln ähnlich, wievielmehr die Keime verschiedener Individuen derselben Species; und doch trägt kein Biologe Bedenken, jedem einzelnen Keime eine ganz specifische bezw. individuelle, sozusagen persönliche Eigenthümlichkeit seines feinsten inneren Gefüges oder molekularen Aufbaues zuzugestehen, vermöge deren ihm eine ganz besondere Bahn der weiteren Entwickelung vorgezeichnet ist.

Dass die verschiedene Function der Absonderungszellen der einzelnen Drüsen auf physikalische und chemische Verschiedenheiten ihrer lebendigen Substanz zurückzuführen ist, wird ebenfalls nicht bezweifelt, und doch wäre es heute noch in vielen Fällen unmöglich, mittelst mikroskopischer oder mikrochemischer Untersuchung einer einzelnen Drüsenzelle ihre Function zu diagnosticiren.

Schon vor Jahrzehnten wies Max Schultze darauf hin — und neuere Untersuchungen haben es bestätigt —,[1] dass zwar die Pseudopodien eines und desselben Rhizopoden, wenn sie zu gegenseitiger Berührung kommen, leicht zusammenfliessen und vollständig verschmelzen, dass es aber, wenn Pseudopodien

[1] Paul Jensen, Ueber individuelle physiologische Unterschiede zwischen Zellen der gleichen Art. Pflügers Arch. für die ges. Physiologie. Bd. LXII. S. 172. 1895.

verschiedener Individuen derselben Species sich berühren, nicht zu solcher Verschmelzung kommt. Wäre das Protoplasma zweier Individuen derselben Species von durchaus gleicher Beschaffenheit, so wäre nicht einzusehen, warum ihre Pseudopodien sich zu einander nicht ganz ebenso verhalten sollten, wie diejenigen eines und desselben Individuums.

Wir müssen also selbst bei diesen einfachsten Lebewesen der lebendigen Substanz jedes einzelnen individuelle Eigenthümlichkeiten zugestehen, vermöge deren sie sich von der Substanz jedes anderen Individuums derselben Art unterscheidet, obwohl wir auch hier nicht entfernt daran denken können, diese erschlossenen Verschiedenheiten mit unseren Untersuchungsmitteln direct nachzuweisen.

Wenn aber jedem der unzählbaren Individuen einer Rhizopodenspecies ein individuelles Gepräge seiner Substanz zuerkannt werden muss, warum sollen wir dies den Elementarorganismen absprechen, aus welchen das Nervensystem sich aufbaut? Dass jene ein selbstständiges Dasein führen, diese aber einem höher entwickelten Organismus eingeordnet sind, kann uns umsoweniger zu solcher Negation veranlassen, als die einzelnen Nervenfasern zu so mannigfach verschiedenen Lebensfunctionen in Beziehung stehen und deshalb nach dem Princip der Arbeitstheilung differenzirt sein können, während bei den einzelnen Individuen einer Rhizopodenart solche Arbeitstheilung gar nicht in Betracht kommt.

In diesem Hinweis auf die in unserem Organismus durchgeführte Arbeitstheilung liegt nun auch schon ein Theil der Antwort, die ich den Vertretern der Gleichartigkeitstheorie

geben müsste, wenn sie fragen würden, warum ich Ungleichartigkeiten dort annehmen wolle, wo doch die Annahme der Gleichartigkeit zur Erklärung der Function der Nervenfaser als eines blossen Leitungsorganes zureichend scheine. Was ich bis jetzt vorgebracht, zeige doch höchstens, dass die Gleichartigkeit aller Fasern sich vorerst nicht beweisen lasse und für deren Ungleichartigkeit Einiges anzuführen sei, liefere aber keinen Gegenbeweis. Auch die Drähte, welche Electricität leiten, seien sehr verschiedenen Verrichtungen dienstbar, und doch sei der electrische Vorgang in allen Leitungsdrähten qualitativ derselbe. Dass die Erregung des Drüsennerven eine Absonderung, die des Muskelnerven eine Bewegung veranlasst, erkläre sich doch zureichend aus der Verschiedenheit der Endapparate, auf welche jene Nerven wirken; und ebenso wenig folge aus der Verschiedenheit der Reize, durch welche die Nerven der einzelnen Sinnesorgane erregt werden, eine qualitative Verschiedenheit ihrer Erregung. Dass der Schall den Hörnerven, das Licht den Sehnerven zu erregen vermöge, habe seinen Grund lediglich in der Verschiedenartigkeit der am peripheren Ende dieser Nerven befindlichen Apparate, deren einer für die Aufnahme der Schallwellen, der andere für die der Lichtwellen und für deren Umsetzung in eine Nervenerregung besonders eingerichtet ist. Treffe der Schall direct auf den Hörnerven, falle das Licht direct auf den Sehnerven, so bleibe bekanntlich die Erregung dieser Nerven aus; Beweis, dass die sogenannte specifische Erregbarkeit der einzelnen Sinnesnerven nicht in einer Ungleichartigkeit der letzteren, sondern lediglich in der Verschiedenheit der den Reiz aufnehmenden Endapparate begründet sei.

Gegenüber dieser oft gehörten Beweisführung ist ohne Weiteres zuzugestehen, dass nach unserem heutigen Wissen aus dem so verschiedenen Verhalten der einzelnen Sinnesorgane gegenüber den verschiedenen Sinnesreizen gar nichts für die Annahme einer specifischen Verschiedenheit der Sinnesnervenfasern folgt; aber auch nichts gegen solche Annahme; und dass ebenso aus der Verschiedenartigkeit der Folgen, welche die Erregung centrifugal fungirender Nerven nach sich zieht, je nachdem sie z. B. einen Muskel oder eine Drüse in Thätigkeit versetzt, bis jetzt weder für noch gegen die Verschiedenartigkeit dieser Nerven etwas Zwingendes zu erschliessen ist.

Ganz anders aber verhält es sich, wenn wir die so verschiedenen Folgen bedenken, zu denen die Erregung der Sinnesnerven führt, welche doch nicht in so verschiedenartigen Organen, wie Muskeln oder Drüsen, endigen, sondern sämmtlich im Gehirn. Wie kann, so müssen wir fragen, die Erregung des einen Nerven uns Licht und Farbe, die des anderen aber Süss und Sauer, die des dritten Kalt und Warm zur Empfindung bringen, wenn alle diese Nerven dem Gehirne Erregungen ganz gleicher Qualität zuführen? Hier nun antwortete die Gleichartigkeitstheorie von jeher ganz unbedenklich: Weil die gleichartigen Nervenfasern der Zunge und des Auges zu ungleichartigen Nervenzellen des Gehirnes führen, die einen zu Zellen, deren Eigenart sie befähigt, in die den Geschmacksempfindungen entsprechenden Erregungszustände zu gerathen, die andere zu Zellen, welche gemäss ihrer Eigenart auf die ankommende Erregung der Faser mit demjenigen

physiologischen Processe antworten, dessen psychisches Correlat eine Lichtempfindung ist.

Hier also begegnen wir endlich dem Zugeständniss, dass jenes innere Geschehen in der nervösen Substanz, welches wir ihre Erregung oder Thätigkeit nennen, wenigstens in den einzelnen cerebralen Sinnescentren ein specifisch verschiedenes ist, und dass hier die functionelle Gleichartigkeit ihr Ende findet.

Als diese Lehre sich entwickelte, nach welcher also zwar alle Nervenfasern ganz gleicher, die mit ihnen functionell verbundenen cerebralen Endapparate aber verschiedener Art sein sollen, glaubte man noch die Nervenfasern als eine besondere Gruppe von Elementargebilden von den Nervenzellen scheiden zu müssen. Aber schon damals konnte man in Hinblick auf die in zahlreichen Fällen nachgewiesene anatomische Continuität zwischen Zellen und Fasern die Frage aufwerfen, mit welchem Rechte man zwar den Zellen ganz verschiedene Thätigkeiten zuerkannte, den mit ihnen verbundenen Fasern aber jede specifische Verschiedenheit ihrer Function absprach, obwohl der chemisch-physikalischen Untersuchung an der Substanz der Zellen der Nachweis charakteristischer Unterschiede noch ebenso wenig gelungen war wie am Axencylinder der Fasern.

Seitdem hat eine andere Auffassung der Elementargebilde des Nervensystems fast allgemeine Annahme gefunden. Jede Nervenfaser gehört hiernach derart zu einer Nervenzelle, dass sie zusammen nur ein elementares Lebewesen darstellen, dessen um den Kern der Nervenzelle reichlicher angesammelte lebendige Substanz sich in die Fasern fortsetzt. Demnach wären die

Nervenfasern integrirende Bestandtheile dieser als Neuronen benannten Elementargebilde des Nervensystems. Im Sinne dieser Auffassung erscheint es vollends naheliegend, die verschiedene Eigenart, welche man den Nervenzellen der einzelnen cerebralen Centren zugestehen musste, nun auch den Fasern zuzuerkennen, in welche sich die Zellen fortsetzen.[1] Sobald wir aber dies thun, haben wir nicht mehr nur Zellen vor uns, welche, wenn auch selbst verschiedener Leistungen fähig, doch durch Fäden von ganz gleichartiger Function unter einander leitend verbunden sind, sondern elementare Lebewesen, deren specifische oder individuelle Verschiedenheit sich bis in die letzten Enden ihrer fadenförmigen Ausläufer zu erstrecken vermag. Ein Nervenstamm ist nicht mehr ein blosses Bündel von Leitungsdrähten, welche zwar je nach der Art des Apparates, mit welchem sie an ihrem Wirkungsende verbunden sind, verschiedenartige Wirkungen auslösen, in ihrer eigenen Function als Leiter aber alle gleicher Art sind, sondern er ist ein Bündel lebendiger Arme, welche die Elementarwesen des Nervensystems ausstrecken, um einerseits unter einander in functionelle Verbindung zu treten, andererseits Vorgänge der Aussenwelt auf sich wirken zu lassen oder die Herrschaft über andere Organe, wie Muskeln und Drüsen, auszuüben. Und in jedem dieser Arme regt sich ein besonderes Leben, wie es eben demjenigen Neuron eigenthümlich ist, welchem die Nerven-

[1] Ich gestatte mir kein Urtheil darüber, inwieweit die Neuronenlehre der Histologen richtig ist. Der folgenden Auseinandersetzung lege ich sie schon deshalb zu Grunde, weil ich für dieselbe ein bestimmtes histologisches Substrat brauche, an welchem ich meine Hypothese zu erläutern vermag.

faser zugehört. Die Leitungsbahn, welche ein Sinnesorgan mit der Hirnrinde oder letztere mit einem Muskel verbindet, erscheint als eine Kette lebendiger Einzelwesen, in welcher jedes Glied, wenn auch in fortwährender Abhängigkeit von den Nachbargliedern, doch ein Sonderleben führt, dessen Eigenart in den einzelnen Theilen des Nervensystems generell verschieden und selbst in den Neuronen derselben Gruppe nicht durchaus die gleiche, sondern in jedem von mehr oder minder individuellem Gepräge ist. —

Der Satz von der Gleichartigkeit des Erregungsprocesses in allen Nervenfasern enthält zugleich die Behauptung, dass dieser Vorgang auch in einer und derselben Faser immer qualitativ derselbe und nur nach Intensität und zeitlichem Verlauf veränderlich sei. Als ich einst Ansichten über die Vorgänge im Nervenapparat des Sehorgans aussprach, welche zur Voraussetzung hatten, dass in einem und demselben Netzhautelemente durch Lichtstrahlen verschiedener Schwingungszahl auch verschiedene Processe veranlasst werden könnten, erklärten die Meister der Physiologie solche Ansicht als unzulässig, weil mehr als ein Process im nämlichen Formelement auch mehr als einen Leitungsvorgang in der correspondirenden Faser voraussetzen würde, wogegen die Physiologie ihr Veto einlegen müsse.[1] Und dieses Dogma, nach welchem jede Nervenfaser nur einer Art der Erregung fähig sein soll, hatte man schon damals auch auf die Nervenzellen ausgedehnt. Zwar sah man sich, wie schon gesagt, gezwungen, den Nervenzellen

[1] Donders, Ueber Farbensysteme, Arch. f. Ophthalmol. XXVII. 1881.

der einzelnen Sinnescentren verschiedenartige Functionen zuzugestehen; in einer und derselben Zelle aber sollte die Erregung stets von derselben unabänderlichen Qualität sein. Kein Geringerer als Helmholtz war es, welcher diese Auffassung in die Sinnesphysiologie einführte, und noch heute gilt seiner Schule die Lehre von den nur roth-, den nur grün- und den nur violettempfindenden Hirnzellen als die schönste Frucht der Lehre Johannes Müller's von den specifischen Energieen der Sinnesnerven. Aber ich glaube nicht, dass Johannes Müller solcher Ansicht zugestimmt hätte; denn er stand auf dem breiten Grunde eines umfassenden biologischen Wissens und er würde der Zelle des Gehirns nicht versagt haben, was dem niedersten einzelligen Lebewesen zugestanden werden muss, nämlich eine mehr oder minder weite qualitative Variabilität ihres inneren Lebens. Wer möchte bezweifeln, dass das chemische Geschehen in der Substanz eines Infusoriums je nach dem Wechsel der äusseren Lebensbedingungen, dem Nahrungsmaterial und den seinen Leib treffenden sonstigen Reizen auch qualitativ veränderlich ist? Mag nun auch die mit der zunehmenden Verwickelung des Baues der thierischen Wesen fortschreitende Arbeitstheilung es im Allgemeinen mit sich bringen, dass das Leben der einzelnen Zelle sich entsprechend immer einförmiger gestaltet, so liegt doch kein Grund vor zu der Annahme, diese Einförmigkeit könne gerade in der Nervenzelle eine so vollständige werden, wie dies die Gleichartigkeitstheorie fordert.

Lässt man aber die Möglichkeit qualitativ verschiedener Erregungszustände derselben Zelle und der aus ihr ent-

2*

springenden Faser zu, so eröffnet sich für die Theorie des Nervenlebens eine Reihe von Gesichtspunkten, welche der Gleichartigkeitstheorie völlig verschlossen sind. Zuerst ergiebt sich, dass ein Neuron, welches verschiedenartiger Regungen fähig ist, auch eine entsprechend mehrfache Erregbarkeit besitzen wird, d. h. je nach der Art des wirkenden Reizes wird es verschieden zu reagiren, in die eine oder andere der ihm eigenthümlichen Regungen zu gerathen vermögen; kurz, die Thätigkeit des Neurons und seiner Faser wird nicht bloss, wie man meinte, in ihrer Stärke, sondern auch in ihrer Qualität von der Art des Reizes abhängen können, sei es, dass dieser von Seiten eines äusseren Sinnesorgans oder eines Nachbarneurons ausgeübt wird.

Eine weitere Folge unserer Annahme wäre, dass je nach der Art der in einer Faser geleiteten Erregung auch die Wirkung in jenen nicht nervösen Elementarorganen verschiedenartig sein könnte, mit welchen centrifugale Fasern in functioneller Beziehung stehen. Für die motorische Nervenfaser freilich scheint wegen der einförmigen Leistung der Muskelfaser kein Grund zu solcher Annahme vorzuliegen. Anders schon verhält es sich mit den Nervenfasern, welche die Thätigkeit einer Drüse beherrschen. Auch für diese secretorischen Fasern wird jetzt allgemein angenommen, dass sie, entsprechend einer unveränderlichen Gleichartigkeit ihrer Erregung die Thätigkeit der von ihr abhängigen Drüsenzelle nur quantitativ zu beeinflussen vermögen. Wie aber, wenn je nach der Art der von der Nervenfaser gegebenen Anregung die chemischen Vorgänge in der secretbildenden Zelle verschieden wären, und

also das Nervensystem auch auf die Qualität des von einer und derselben Zelle gelieferten Secretes innerhalb gewisser Grenzen bestimmend einzuwirken vermöchte? Und liessen sich nicht in Betreff der sog. trophischen Wirkungen centrifugaler Nerven ähnliche Betrachtungen anstellen? Weil diese Wirkungen sich nicht wie die motorischen oder secretorischen zugleich durch leicht nachweisbare Bewegungen verrathen, gehören sie für uns bis jetzt mehr ins Bereich der Vermuthungen als der sicher gestellten Thatsachen. Vermag aber das Nervensystem überhaupt nicht bloss auf motorische und secretorische, sondern auch auf andere Elementarorgane des Körpers, wie z. B. auf gewisse Epithelien, auf die sich entwickelnden Zellen der Keimstöcke u. s. w. einen unmittelbaren Einfluss zu nehmen, so würde auch hier die Beantwortung der Frage, ob solcher Einfluss nur nach seinem Maasse oder auch nach seiner Art veränderlich sei, von tiefgreifender Bedeutung werden.

Aber kehren wir zurück zu den Wirkungen, welche die Erregung eines Neuron auf jene anderen Neuronen ausübt, mit denen es leitend verbunden ist.

Wenn, wie uns die Histologie lehrt, eine ins Rückenmark eingetretene sensible Faser sich hier in einen auf- und einen absteigenden Ast theilen kann, von denen sich wieder sogenannte Collateralen abzweigen, die schliesslich mit anderen Neuronen, sei es durch innigste Berührung oder durch unmittelbaren Zusammenhang, in Beziehung stehen; wenn endlich jedes dieser Neuronen vermöge seiner Verzweigung wieder mit anderen in leitender Verbindung ist u. s. f., dann eröffnet sich, rein anatomisch genommen, der im Centralorgane an-

kommenden Erregung eine unabsehbare Mannigfaltigkeit von Bahnen.

Würde nun die Erregung, welche ein Neuron erfasst hat, unterschiedslos auf alle jene übergehen, mit denen es functionell verbunden ist, so würde dies zu einer so weitgehenden Ausbreitung der durch eine sensible Faser eintretenden oder von einem Neuron der Hirnrinde kommenden Erregung führen, wie sie bekanntermaassen nicht besteht und höchstens pathologischerweise auf motorischem Gebiete angenähert zur Beobachtung kommt.

Da wir hiernach annehmen müssen, dass die Erregung einer Faser nicht alle anatomisch gegebenen Wege unterschiedslos benutzt, sondern in wählerischer Weise bestimmte Bahnen vorwiegend ergreift, in den anderen aber nur in mehr oder weniger abgeschwächter Weise oder nur ausnahmsweise sich ausbreitet, so erhebt sich die Frage, was das Bestimmende für diese Auswahl und für das verschiedene Verhältniss der Stärke ist, mit welcher die Erregung sich auf den vorliegenden Bahnen fortpflanzt.

Die Gleichartigkeitstheorie findet die Antwort in der verschieden grossen Erregbarkeit und Leitfähigkeit der einzelnen Bahnen und in dem verschiedenen Maasse des Widerstandes beim Uebergange von einem Neuron auf's andere. Im Uebrigen lässt sie die weitere Ausbreitung lediglich von der Stärke der ankommenden Erregung abhängen.

Zahlreiche Thatsachen aus dem sensorischen und motorischen Gebiete des Nervenlebens lehren, dass die von einem Neuron ausgehende Innervation, je nachdem gewisse andere

Erregungen gleichzeitig im Nervensystem stattfinden, sich in sehr verschiedener Weise in letzterem ausbreiten kann, dass z. B. eine Reflexbewegung trotz gleichem Reize durch gleichzeitig von anderer Stelle der Leibesperipherie oder vom Gehirn ausgehende Erregungen bald gefördert, bald gehemmt wird. Dementsprechend nimmt die Gleichartigkeitstheorie an, dass der Widerstand, welchen die Leitung in einem Neuron findet, durch Erregungen, welche demselben Neuron von anderer Seite her zugeführt werden, bald vergrössert, bald vermindert werden kann, dass bald eine sogenannte Bahnung, bald eine Hemmung stattfindet, ohne dass übrigens erklärt wird, wie Erregungen, welche stets gleicher Art und nur dem Maasse nach verschieden sein sollen, das eine Mal fördernd, das andere Mal hemmend auf ein Neuron einzuwirken vermögen. —

Anders stellt sich alles dar, sobald man eine qualitative Variabilität der geleiteten Erregungen und eine auch qualitativ verschiedene Erregbarkeit der Leitungsbahnen zulässt. Ist die einzelne Nervenfaser für die Aufnahme und Fortleitung bestimmter Qualitäten der Erregung vorzugsweise oder ausschliesslich geeignet, so wird die Bahn, welche von einer Erregung eingeschlagen wird, mitbestimmt durch die Qualität der letzteren. Wie ein Gerücht hauptsächlich von denen aufgenommen und weitergetragen wird, welche daran ein besonderes Interesse nehmen, daher die Wege seiner Ausbreitung mit von der Art seines Inhaltes abhängen, so werden auch auf eine bestimmte ihnen zugeleitete Erregung vorwiegend diejenigen Neuronen reagiren, deren Eigenart eben dieser Erregungsqualität besonders entspricht. Die gegenseitigen Be-

ziehungen der Neuronen werden dann nicht bloss von ihrer anatomischen Anordnung, sondern auch von dem Grade ihrer inneren Verwandtschaft abhängen; und da einer und derselben Faser nicht bloss e i n e Art der Erregung eigen zu sein braucht, sondern eine gewisse, wenn auch noch so enge Mannigfaltigkeit derselben, so wird nicht nur dieselbe Bahn verschiedene, unter sich verwandte Qualitäten zu leiten vermögen, sondern es wird auch die aus demselben Neuron austretende Erregung nach ihrer jeweiligen Beschaffenheit verschiedene Wege im Nervensystem einschlagen können.

Wenn ferner demselben Neuron von zweien seiner Nachbarn zugleich Erregungen zugetragen werden, so können sich diese nach der Gleichartigkeitstheorie bei ihrem Zusammentreffen nur entweder gegenseitig verstärken oder schwächen. Nach unserer Auffassung aber könnten beide Erregungen auch verschiedener Art sein, und aus ihrer Begegnung in derselben Substanz könnte eine neue Qualität entstehen, welche zwar beiden Einzelerregungen nahe verwandt, aber keiner von beiden gleich ist.

Ueberhaupt erscheint das ganze Leben und Weben des Nervensystems, seine Ontogenese und Phylogenese in einem durchaus anderen Lichte, sobald wir das Dogma von der ganz gleichartigen Function aller Nervenfasern aufgeben und den einzelnen Fasergruppen und Fasern specifisch bezw. individuell verschiedene Lebenseigenschaften zuschreiben. Denn jenes Dogma schliesst jede Bildungs- und Entwickelungsfähigkeit des Neurons aus, soweit ihm dieselbe nicht schon eingeborenerweise vorgeschrieben ist, und soweit es sich nicht um eine

blosse Steigerung des ihm von Anfang her eigenthümlichen und bis an sein Lebensende unabänderlich gleichen Lebens- oder Erregungsprocesses handelt.

Mit Recht haben sich die Gegner der Lehre von den specifischen Energien der Sinnesnerven gegen die Annahme einer im Laufe des Lebens unveränderlichen Constanz der Function der Nerven ausgesprochen, aber sie sind, wie ich meine, zu weit gegangen, als sie die angeborenermaassen verschiedene Eigenart der einzelnen Sinnesnerven bestritten, die Indifferenz der Function aller Nervenfasern des Neugeborenen annahmen und jene functionellen Verschiedenheiten der Nervenfasern, welche der phylogenetische Erwerb ungezählter Generationen sind, lediglich als das Ergebniss einer im Verlaufe des postembryonalen Lebens erfolgten Anpassung an die Verschiedenartigkeit der einzelnen Sinnesreize betrachteten.

Allerdings gehören nach der Geburt die Einwirkungen der Aussenwelt mit zu den Bedingungen der normalen weiteren Entwickelung des gesammten Leibes, und die Sinnesreize insbesondere zu den unentbehrlichen Entwickelungsbedingungen des nervösen Apparates unserer Sinnesorgane. Aber das Licht z. B. findet im Auge des Neugeborenen nicht eine Nervensubstanz vor, aus welcher sich sozusagen noch Alles-machen liesse, die, wenn sie aus dem Auge ins Gehörorgan oder in die Zunge versetzt werden könnte, sich dort durch die Schallwellen zu einer Vermittlerin der Gehörsempfindungen, hier durch die Geschmacksreize zu einer Vermittlerin der Geschmacksempfindungen erziehen liesse. Wie der aus der Erde sprossende Keim das Licht braucht, um sich zur grünenden Pflanze zu ent-

falten, so braucht das Neuron im Sehorgan des Neugeborenen das Licht, das Neuron im Gehörorgan den Schallreiz, um seinen Entwickelungsgang zu vollenden; aber wie das Licht den Pilz nimmer grünen macht, so könnte es die Neuronen des Gehörorgans nicht sehen machen, wenn dieselben in's Sehorgan verpflanzt würden. Die Neuronen unseres Auges sind, so meine ich, zum Sehen, die unseres Ohres zum Hören geboren, nicht bloss erzogen. Dies schliesst aber nicht aus, dass sie innerhalb der ihnen angeborener Weise gezogenen, wenn auch noch so engen Grenzen des Werdens und Könnens zu individueller Weiterentwickelung befähigt sind. Und dasselbe gilt wohl, bald mehr, bald weniger, von allen Theilen unseres Nervensystems. Je weiter freilich ein Theil desselben sich zurückverfolgen lässt in der unabsehbar langen Entwickelungsreihe der thierischen Wesen, desto fester und schärfer ist auch das angeborene Gepräge seiner Function, desto weniger um- und ausbildungsfähig erscheint er im Laufe des weiteren Lebens. Zu den phylogenetisch jüngsten Theilen unseres Nervensystems aber zählt die Rinde des Grosshirns, und ihre Neuronen gehören, wie es scheint, zu denjenigen Elementarorganen unseres Körpers, welchen im Leben nach der Geburt der relativ weiteste Spielraum individueller Entfaltung unter dem Einflusse der sie treffenden Reize gewährt ist. Wie aber lässt sich eine solche Entwickelung denken, wenn die inneren Regungen einer Nervenfaser, einer Nervenzelle, kurz eines Neuron immer nur einer und derselben Art sein sollen?

Was ist es denn, was ein Neuron unserer Hirnrinde unter normalen Verhältnissen erlebt? Anders gesagt, worin bestehen

die Reize, die dasselbe treffen und seine inneren Regungen mit bestimmen können? Das sind vor Allem, ja unter gleichbleibenden Ernährungsbedingungen ganz ausschliesslich die Erregungen, welche ihm von jenen anderen Neuronen zugeleitet werden, mit denen es mittels der Nervenfasern in Beziehung steht. Wenn aber diese Fasern immer und immer wieder nur dieselbe Art der Erregung zuführen, sozusagen nur einen Ton auf ihrer Leier haben, wenn somit die Reize, welche das Neuron erfährt, zeitlebens dieselben und nur nach Maass und Zeit veränderlich sind, so wird auch die Reaction des Neuron immer wieder derselben Art sein, der zugeleitete Reiz wird in der Nervenzelle immer wieder nur dieselbe Regung auslösen können. Könnte diese nun auch, wie die Gleichartigkeitstheorie zugesteht, in den einzelnen Nervenzellen eine verschiedene sein, so würde sie doch in einer und derselben Zelle ihr ganzes Leben hindurch dieselbe bleiben, soweit dies eben von den durch die Fasern zugeleiteten Anregungen abhängt.

Ganz anders wird es sich verhalten, wenn diese Anregungen qualitativ verschieden sind je nach der Natur des Nachbarneurons, von denen sie kommen; oder wenn die von einem und demselben Neuron zugeleitete Erregung innerhalb gewisser Grenzen qualitativ zu variiren vermag. Dann tritt an die Stelle der soeben erwähnten Eintönigkeit dessen, was das Neuron von seinen Nachbarn erfährt, eine mehr oder weniger reiche Mannigfaltigkeit von Anregungen; und da auch das Neuron selbst verschiedenartiger Regungen fähig ist, so eröffnet sich nun die Möglichkeit, dass dasselbe auf verschiedene Impulse auch seinerseits in verschiedener Weise reagirt.

Immer freilich wird die Art dieser Reaction mitbestimmt sein durch die angeborene Eigenartigkeit des Neuron; aber von den Anlagen, welche dasselbe von Geburt an mitbringt, werden sich im Laufe seines Lebens diejenigen am reichsten entwickeln, zu deren Entfaltung es von seinen Nachbarneuronen am häufigsten oder stärksten angeregt wird: kurz gesagt, das Neuron wird die Fähigkeit qualitativer und nicht bloss quantitativer Ausbildung besitzen, welche letztere ihm nach der Gleichartigkeitstheorie allein möglich wäre.

Je nach seiner Stellung im Nervensystem, seinen mehr oder weniger mannigfaltigen Beziehungen zu anderen Neuronen und je nach seinen angeborenen Anlagen wird diese Weiterbildung eine bald mehr bald weniger vielseitige sein, und es mag vielleicht von ganzen grossen Gruppen der Neuronen nahezu das gelten, was die Gleichartigkeitstheorie annimmt, dass die Eintönigkeit der Anregungen, die sie erfahren, auch eine entsprechende Einförmigkeit ihrer weiteren Entwicklung bedingt. Andererseits aber ist mir alle Erfahrung oder Uebung in sensorischer wie in motorischer Hinsicht, kurz das, was man bewusstes oder unbewusstes Gedächtniss im weitesten Sinne dieses Wortes nennen kann, nicht wohl denkbar, wenn nicht die lebendige Substanz der Nervenzellen und Fasern einer auch qualitativ variablen Ausbildung fähig ist.

Vergebens habe ich in den Schriften derjenigen Anhänger der Gleichartigkeitstheorie, welche sich mit Betrachtungen über die physiologischen Grundlagen der Erfahrung und Uebung befasst haben, nach einer mich befriedigenden Auffassung gesucht. Zur Erklärung der mit der psychischen Entwicklung

correspondirenden Entwicklung des centralen Nervensystems wird mit Recht hingewiesen auf die Möglichkeit des Entstehens neuer Verbindungen zwischen den Neuronen, auf Veränderungen der Erregbarkeit und des Leitungsvermögens der bereits gegebenen Wege, auf das Wegsamwerden und die mit wachsender Benützung zunehmende Ausschleifung gewisser Bahnen und dergleichen mehr. Das aber, was auf allen diesen alten oder neuen, wegsameren oder unwegsameren Bahnen durch die Nervenfasern geleitet wird, bleibt nach der Gleichartigkeitstheorie doch immer dasselbe, und überall handelt es sich nur um ein Mehr oder Weniger und um verschiedenen zeitlichen Verlauf. Das ganze Nervensystem erscheint hiernach wie ein Land, dessen zahlreiche Ortschaften durch ein reich entwickeltes Strassennetz verbunden sind, auf welchem aber immer und überall nur eine und dieselbe Waare transportirt wird. —

Man liebt es, die Nervenfasern mit Telegraphen- oder Telephondrähten zu vergleichen, und man wird also vielleicht auf die unendliche Mannigfaltigkeit dessen hinweisen, was sich durch Drähte ganz gleicher Art mittheilen lässt. Der Vergleich ist verführerisch; denn spinnt man ihn weiter aus, so scheint er geeignet, alle Schwierigkeiten mit einem Schlage zu lösen.

An die Stelle der allerdings „dunklen“ specifischen oder individuellen „Qualitäten“ des Geschehens im Nerven, von denen ich sprach, tritt eine Mannigfaltigkeit von Schwingungen verschiedener zeitlicher und räumlicher Form, deren blosser Träger die Nervensubstanz ist. Aber schliesslich kommt man

Verlag von Veit & Comp. in Leipzig.

HERMANN VON HELMHOLTZ.

Gedächtnissrede

von

Emil du Bois-Reymond.

8. 1897. geh. 2 *M*.

DIE GRENZEN

GEISTIGER GESUNDHEIT UND KRANKHEIT.

Rede, gehalten zur Feier des Geburtstages
Sr. Majestät des Königs Albert von Sachsen am 23. April 1896

von

Dr. Paul Flechsig,

o. ö. Professor der Psychiatrie an der Universität Leipzig.

8. 1896. geh. 1 *M*.

DIE LOCALISATION DER GEISTIGEN VORGÄNGE

mit besonderer Berücksichtigung

der Sinnesempfindungen des Menschen.

Vortrag

von

Dr. Paul Flechsig,

o. ö. Professor der Psychiatrie an der Universität Leipzig.

Mit Abbildungen im Text und einer Tafel.

8. 1896. geh. 1 *M* 60 *Pf*.

LEHRBUCH

DER

PHYSIOLOGIE DES KREISLAUFES.

Achtzehn Vorlesungen für Studierende und Ärzte.

Von

Dr. Robert Tigerstedt,

o. ö. Professor der Physiologie am Karolinischen Medico-chirurgischen Institut in Stockholm.

Mit 129 Abbildungen im Text.

gr. 8. 1893. geh. 16 *M*.

ÜBER DIE GRENZEN DES NATURERKENNENS.
DIE SIEBEN WELTRÄTHSEL.

Zwei Vorträge

von

Emil du Bois-Reymond.

Des ersten Vortrages achte, der zwei Vorträge vierte Auflage.

8. 1898. geh. 2 *M*.

In dem auf der Leipziger Versammlung der Naturforscher und Ärzte gehaltenen Vortrage *„Über die Grenzen des Naturerkennens“* zieht der Verfasser die Summe des gegenwärtigen Standes naturwissenschaftlicher Erkenntnis dem Welträthsel gegenüber und bezeichnet die Grenzen, an welche die Wissenschaft für alle Zeiten gebannt sein wird. Mit dem zum geflügelten Worte gewordenen Ausspruche „Ignorabimus“, in welchem die Untersuchung gipfelt, schließt der Vortrag. Der zweite, neun Jahre später in der Berliner Akademie der Wissenschaften gehaltene Vortrag bespricht Einwände nnd berichtet Mißverständnisse, welche der Leipziger Vortrag veranlaßte; er vervollständigt die Untersuchung über die der mechanischen Auffassung der Welt gezogenen Schranken und gipfelt in „Dubitemus“.

DIE ÜBERWINDUNG

DES

WISSENSCHAFTLICHEN MATERIALISMUS.

Vortrag,

gehalten in der dritten allgemeinen Sitzung der Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Lübeck

von

Dr. Wilhelm Ostwald,

Professor der Chemie an der Universität Leipzig.

8. 1895. geh. 1 *M*.

GESCHICHTE DES GELEHRTEN UNTERRICHTS

auf den

deutschen Schulen und Universitäten vom Ausgang des Mittelalters bis zur Gegenwart.

Mit besonderer Rücksicht auf den klassischen Unterricht.

Von

Dr. Friedrich Paulsen,

o. ö. Professor an der Universität Berlin.

Zweite, umgearbeitete und sehr erweiterte Auflage.

Zwei Bände.

gr. 8. 1896 und 1897. geh. 30 *M*, eleg. geb. in Halbfranz 34 *M*.

Erster Band: **Geschichte des gelehrten Unterrichts im Zeichen des alten Humanismus. 1450—1740.**

Zweiter Band: **Der gelehrte Unterricht im Zeichen des Neuhumanismus. 1740—1892.**

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

COLUMBIA UNIVERSITY LIBRARIES

This book is due on the date indicated below, or at the expiration of a definite period after the date of borrowing, as provided by the rules of the Library or by special arrangement with the Librarian in charge.

DATE BORROWED	DATE DUE	DATE BORROWED	DATE DUE
JUL 2 8 1947			

C28(1141)M100

QP331 H42

Hering

QP331 H42